





5.

Die

Assoziationsfestigkeit

in ihrer

Abhängigkeit von der Verteilung

der

Wiederholungen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der hohen Philosophischen Fakultät

der

Georg-Augusts-Universität zu Göttingen

vorgelegt

von

Adolf Jost

aus Graz.

Leopold Voss, Hamburg.

1897.

Referent: Herr Prof. Dr. G. E. Müller.
Tag der mündlichen Prüfung 1. August 1896.

Druck der Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vormals J. F. Richter) in Hamburg.

Meinem

lieben Vater

in Dankbarkeit

gewidmet.

Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung behandelt die Einflüsse der Verteilung bezw. Anhäufung von Wiederholungen einer Vorstellungsreihe. Wenn wir uns irgend eine Reihe z. B. von Zahlen oder Worten einzuprägen suchen, so können wir hierbei in zweifacher Weise verfahren. Wir können zum Beispiel die betreffende Reihe sofort 30 mal durchsehen, oder durchlesen, wir können aber auch diese 30 Wiederholungen auf mehrere Tage verteilen und die Reihe etwa an drei Tagen je 10 mal wiederholen. Es handelt sich nun zunächst darum festzustellen, welche Art der Anordnung für das direkte Lernen oder für das Behalten auf längere Zeit die günstigere ist. Über diese Frage liegen bereits einige Versuche von EBBINGHAUS[1] vor, der bei dieser Gelegenheit zuerst auf das Problem und seine Bedeutung aufmerksam machte. EBBINGHAUS fand, daſs bei einer Reihe von 12 sinnlosen Silben 68 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen die Wirkung hatten, daſs am nächsten Tage das Wiedererlernen der Reihe nur noch sieben Wiederholungen beanspruchte. In einem anderen Falle wurden dagegen auf eine gleichartige Reihe nur 38 Wiederholungen verwandt, diese 38 Wiederholungen aber in gewisser Weise auf drei Tage verteilt und zwar so, daſs die Reihe am ersten Tage gerade bis zur Erlernung gelesen und am zweiten und

[1] Siehe EBBINGHAUS, *Über das Gedächtnis*. Seite 122.

dritten Tage immer wiedererlernt wurde. In diesem Falle zeigte es sich nun, daſs die Reihe nur noch sechs Wiederholungen bedurfte, um am vierten Tage wiedererlernt zu werden. Es hatten also 68 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen einen geringeren Nutzeffekt für den folgenden Tag, als 38 auf drei Tage verteilte Wiederholungen. Wir haben hier mithin eine Arbeitsersparnis von mehr als 30 Wiederholungen vor uns. Die Gröſse dieses Ergebnisses nun, sowie die nahen Beziehungen der hier zu Tage tretenden Einflüsse zu der Praxis des gewöhnlichen Lebens, machen es von vornherein wahrscheinlich, daſs wir es hier mit biologisch begründeten und daher für die exakte Untersuchung zugänglichen Gesetzmäſsigkeiten zu thun haben. Dieser Umstand ist es vor allem, der die nähere Untersuchung dieser Verhältnisse sowohl für Theorie und Praxis lohnend erscheinen läſst.

Die nun zunächst folgenden Versuchsreihen hatten den Zweck, die von Ebbinghaus konstatierte Gesetzmäſsigkeit nochmals und zwar, wenn möglich, mit geringeren Wiederholungszahlen festzustellen. Die letztgenannte Abänderung empfahl sich insbesondere aus dem Grunde, daſs eine so hohe Zahl von Wiederholungen, wie Ebbinghaus sie anwandte, die Versuchsperson bereits sehr ermüden muſs. In solchem Falle bleibt aber zweifelhaft, inwieweit die erhaltenen Resultate lediglich durch Ermüdung oder durch andere Faktoren bedingt sind. Was das Versuchsverfahren anbetrifft, so ist dasselbe in einigen Versuchsreihen identisch mit dem von Müller und Schumann angewandten Verfahren, in anderen Versuchsreihen habe ich eine von Professor G. E. Müller und Dr. A. Pilzecker durch eine gröſsere Anzahl von Versuchsreihen erprobte Methode zur Vergleichung von Assoziationsstärken benützt, welche später noch im einzelnen beschrieben werden soll. Durchgängig operierte ich mit zwölfsilbigen normalen[1] Silbenreihen.

Hinsichtlich der Resultate der hier berichteten Experimente mache ich von vornherein darauf aufmerksam, daſs denselben lediglich eine qualitative Bedeutung zukommt. Die Eigenart des vorliegenden Problems bringt es zunächst mit sich, daſs

[1] Über die Bedeutung dieses Ausdruckes, sowie über das Verfahren überhaupt, siehe Müller-Schumann in *dieser Zeitschrift*. 6. Band. S. 83 ff.

einer verhältnismäfsig grofsen Zahl von Versuchstagen nur sehr wenig Versuchsresultate entsprechen. (In den meisten der hier mitgeteilten Untersuchungen kommt auf einen Versuchstag durchschnittlich ein Resultat.) Obwohl nun selbst diese geringe Zahl der erhaltenen Werte in Anbetracht der Gröfse der beobachteten Differenzen in der Regel hinreichend war, um eine bestimmte Gesetzmäfsigkeit sicher konstatieren zu können, so war sie doch andererseits viel zu gering, um eine genauere quantitative Bestimmung der in Frage kommenden Einflüsse zu ermöglichen. Abgesehen von diesem rein praktischen Hindernis ist aber aufserdem, wie aus späteren theoretischen Überlegungen hervorgehen wird, bereits aus prinzipiellen Gründen eine quantitative Untersuchung des ganzen Gebietes bei den heutigen Methoden und Hülfsmitteln als aussichtslos zu bezeichnen.

§ 1.
Versuchsreihe I und II.

Der Zweck dieser beiden Versuchsreihen war es, festzustellen, ob 30 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen einer Silbenreihe nach 24 Stunden eine gröfsere oder geringere Ersparnis liefern, als 30 Wiederholungen, welche auf drei Tage gleichmäfsig verteilt wurden. Die Methode, nach der verfahren wurde, war das Ersparnisverfahren.

In Versuchsreihe I war stud. math. Blumenthal (B), in II stud. math. Schmidt (S) Versuchsperson. Jede Versuchsreihe umfafste 24 Tage, die äufsere Anordnung war in I und II genau dieselbe. (Die Experimente begannen mit B. am 6. Juni 1895 und wurden mit wenigen Unterbrechungen bis zum 13. Juli fortgeführt, mit S wurde am 23. Juni begonnen und am 25. Juli abgeschlossen.) Selbstverständlich gingen, da beide Versuchspersonen vollständig ungeübt waren, den eigentlichen in Rechnung gezogenen Versuchen einübende Vorversuche voraus. Der Zweck der Experimente war den Versuchspersonen völlig unbekannt.

Die Anordnung der Silbenreihe war folgende.

I. Tag:

V_1 (10) V_2 (10) C_1 (30) V_3 (10) V_4 (10) C_2 (30)

II. Tag:

C_1 (e) V_1 (10) V_2 (10) C_2 (e) V_3 (10) V_4 (10)

III. Tag:

V_1 (10) V_2 (10) C_3 (30) V_3 (10) V_4 (10) C_4 (30)

IV. Tag:

C_3 (*e*) V_1 (*e*) V_2 (*e*) C_4 (*e*) V_3 (*e*) V_4 (*e*)

Hierbei bedeuten V_1, V_2, V_3, V_4 die Verteilungsreihen, also diejenigen, welche an drei Tagen je 10 mal hintereinander gelesen und am 4. Tage erlernt wurden, C_1 C_2 C_3 C_4 die Häufungs- oder Kumulationsreihen, welche an einem Tage 30 mal hintereinander gelesen und am nächsten Tage erlernt wurden. Die Ausdrücke (10) oder (30) neben einer Reihe geben die Zahl der auf diese Reihe verwandten Wiederholungen an, das Zeichen (*e*) besagt, dafs die Reihe an diesem Tage erlernt wurde. Nach jeder *V*-Reihe wurde eine Pause von 3, nach jeder *C*-Reihe eine solche von 5 Minuten eingeschoben. Da der nötige Zeitlagenwechsel im obigen Schema noch nicht vollständig durchgeführt ist, so war die Anordnung am fünften Tage folgende: C_5 V_5 V_6 C_6 V_7 V_8. An den nächsten Tagen wurde die Reihenfolge in analoger Weise, wie früher bis zum vierten, so jetzt bis zum achten Tage verändert, mit welchem die Runde geschlossen wurde. Die Gesamtbelastung eines Tages d. h. die Summe der auf denselben fallenden Wiederholungen war, natürlich abgesehen von den Tagen, an welchen Reihen gelernt werden, konstant und zwar gleich 100 Wiederholungen. Selbstverständlich wurden die Versuche stets zur selben Tageszeit ausgeführt. (Bei B. begannen dieselben ungefähr um 7¼, bei S. um 5¼ Uhr abends.) Die Dauer der Experimente betrug gewöhnlich eine halbe Stunde.

Es folgen nun die in den arithmetischen Mittelwerten angegebenen Resultate der beiden Versuchsreihen, nämlich die für die Erlernung der Reihen nötigen Wiederholungszahlen.

		w	
I. (B.)	*C*-Reihen	6.5	Differenz = 1.0
	V-Reihen	5.5	
		w	
II. (S.)	*C*-Reihen	11.5	Differenz = 1.8
	V-Reihen	9.7	

Über die Deutung dieser Zahlen ist wenig zu sagen. Sie zeigen einfach ein entschiedenes Überwiegen der *V*-Reihen und zwar bei beiden Versuchspersonen um ca. 15 %. Natürlich

ist hierbei ein Umstand nicht zu übersehen, der sowohl hier, als auch in der späteren Versuchsreihe eine Rolle spielt. Der günstige Einfluſs der Verteilung, bezw. der ungünstige der Kumulierung von Wiederholungen ist nämlich sicher beträchtlich gröſser, als er in den vorstehenden Zahlen zum Ausdruck kommt. Die 30 Wiederholungen der *C*-Reihen kommen nämlich bereits nach 24 Stunden sozusagen zur Geltung, von den 30 Wiederholungen der *V*-Reihen dagegen nur 10 ebenfalls nach 24 Stunden, 10 erst nach 48 und die ersten 10 sogar nach 72 Stunden. Das Vergessen spielt also bei den *V*-Reihen eine bedeutend gröſsere Rolle als bei den *C*-Reihen. Dieser Umstand muſste also durch die Verteilung erst kompensiert werden und nur der trotzdem resultierende Überschuſs wird durch die obigen Differenzen zum Ausdruck gebracht. Zur Konstatierung der Thatsache, daſs Verteilung günstiger als Kumulierung ist, würde es demnach auch genügen, wenn die Differenz in beiden Versuchsreihen gleich null wäre.

Es sind nun noch einige Bedenken gegen die Sicherheit unserer Resultate zu beseitigen. Die Zahl der zur Erlernung nötigen Wiederholungen ist wegen der groſsen Zahl der vorausgegangenen Lesungen sowohl bei den *V*- als auch bei den *C*-Reihen eine verhältnismäſsig kleine. Infolge dessen war der vierte und achte Tag jeder Runde, an welchen immer 4 *V*-Reihen und 2 *C*-Reihen erlernt wurden, am wenigsten mit Wiederholungen belastet. Da die anderen *C*-Reihen nun am zweiten oder sechsten Tage erlernt wurden, so könnte man darin eine Benachteiligung der *C*-Reihen finden. Ich habe daher zuerst die *C*-Reihen, welche am vierten, achten u. s. w. Tage gelernt sind, mit den am zweiten, fünften u. s. w. Tage gelernten verglichen. Nur bei der Versuchsperson S. zeigte sich hierbei eine gegenüber den Beobachtungsfehlern in Betracht kommende Differenz, aber mit dem entgegengesetzten Vorzeichen, als nach dem oben erwähnten Einwande zu erwarten wäre. Die Erlernung der *C*-Reihen zweiter Art beanspruchte nämlich im ganzen 130 *w*, die der *C*-Reihen erster Art dagegen 147 *w*. Wir können also sagen, daſs sämtliche *V*-Reihen unter denselben Bedingungen gelernt wurden wie diejenige Art der *C*-Reihen, die das ungünstigste Resultat, nämlich 147 *w*, aufweisen. Das schlieſsliche Überwiegen der *V*-Reihen ist demnach nach Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes sogar noch höher anzu-

schlagen als früher. (Die Thatsache, dafs alle *V*-Reihen und die eine Hälfte der *C*-Reihen trotz der geringeren Belastung[1] des Lerntages gegenüber der anderen Hälfte der *C*-Reihen im Nachteil waren, erklärt sich wohl aus folgendem Umstande. Wird der Versuchsperson der Auftrag gegeben, eine Reihe zu lernen, so wird ihre Aufmerksamkeit im allgemeinen höher gespannt sein als beim gewöhnlichen Leser. Am vierten und achten Tage jeder Runde mufsten nun alle vorgezeigten Reihen auch gelernt werden, am zweiten und achten Tage dagegen immer zwei. Im letzten Falle mufste sich also die Aufmerksamkeit nur diesen beiden in besonders hohem Mafse zuwenden, und es ist ganz begreiflich, dafs dadurch der Einflufs der verschiedenen Tagesbelastung kompensiert werden konnte.)

Man könnte nun noch die Möglichkeit in Erwägung ziehen, dafs die Versuchsperson gelegentlich im Verlaufe des Tages an die gelesenen Silben gedacht habe und dafs diese Fehlerquelle für die *V*-Reihen (eben wegen der Verteilung auf mehrere Tage) von gröfserer Bedeutung sei als für die *C*-Reihen.

Dieser Einwurf erledigt sich jedoch einfach durch die Thatsache, dafs bei den meisten Versuchspersonen das unwillkürliche Denken an die Silben während des Tages fast nur in den ersten Tagen der Versuchsreihe auftritt, im weiteren Verlaufe der Versuche dagegen völlig aufhört. Der Grund hierfür liegt eben darin, dafs sich die Versuchsperson allmählich an das Silbenmaterial gewöhnt und demselben schliefslich ganz gleichgültig gegenübersteht.

§ 2.

Nach dieser neuerlichen Feststellung des von Ebbinghaus beobachteten Verhaltens konnte die weitere Untersuchung in zweifacher Weise geschehen. Man konnte die verschiedenen Faktoren (wie Gesamtzahl der Wiederholungen, Gröfse der Zeitintervalle etc.), die für die zu untersuchenden Vorgänge in Betracht kommen, variieren, und auf diese Weise ein Bild von der Gröfse des Verteilungseinflusses unter den verschiedensten Bedingungen zu erhalten suchen. Ein anderes Ziel war die Erkenntnis des Wesens dieser Einflüsse, das heifst, ob und inwie-

[1] Unter der Belastung eines Tages wird also hier nur die Summe der auf denselben entfallenden Wiederholungen verstanden.

weit wir es hier mit einer eigenartigen Gesetzmäſsigkeit zu thun haben oder nur mit einer Komplizierung verschiedener bereits bekannter Faktoren, und die Feststellung, welcher der einfachste Ausdruck dieser Gesetzmäſsigkeit sei. Bei Verfolgung letzter Aufgabe müssen natürlich zunächst sämtliche bereits bekannte Faktoren, die geeignet sind, diese Erscheinungen zu erklären, möglichst eliminiert werden, ferner müssen wir, falls die Gesetzmäſsigkeit auch dann noch fortbesteht, suchen, dieselbe unter möglichst vereinfachten Bedingungen experimentell darzustellen. Endlich sind dann noch eventuell analoge Gesetze der Assoziationspsychologie heranzuziehen, um uns die Thatsachen auch theoretisch verständlicher zu machen.

Dieses zweite Ziel haben die nun weiter folgenden Untersuchungen.

Versuchsreihe III.

Bereits Müller und Schumann[1] hatten die Möglichkeit erwähnt, daſs die Resultate von Ebbinghaus zum Teil durch die bei den Kumulationsreihen auftretende Ermüdung zu erklären wären. In der That kann man von vornherein erwarten, daſs bei Verwendung von hohen Wiederholungszahlen infolge der Abstumpfung der Aufmerksamkeit die letzten Wiederholungen einen beträchtlich geringeren Wert für das Erlernen und Behalten der Reihen haben werden als die ersten Wiederholungen. Im Hinblick hierauf suchte ich in dieser Versuchsreihe die Ermüdung durch allzulanges Lesen einer Reihe zu vermeiden. Dies geschah dadurch, daſs ich die Wiederholungen der *C*-Reihen durch Einschieben von *V*-Reihen voneinander trennte, so daſs, wenn Abstumpfung der Aufmerksamkeit noch immer eintrat, sie sich auf *V*- und *C*-Reihen gleichmäſsig verteilen muſste. Es wurde also zuerst eine *V*-Reihe *n* mal wiederholt, dann kam eine *V*-Reihe mit derselben Wiederholungszahl, dann wieder die erste *C*-Reihe, dann eine neue *V*-Reihe, und so fort, bis die erforderliche Gesamtzahl an Wiederholungen erreicht war. Die Anordnung der Reihen war folgende.

I. Tag:

$C_1\ V_1\ C_1\ V_2\ C_1\ V_3\ C_1\ V_4\ C_1\ V_5\ C_1\ V_6$ (4).

[1] Siehe a. a. O. S. 266—267.

II. Tag:

C_1 (e) V_1 C_2 V_2 C_2 V_3 C_2 V_4 C_2 V_5 C_2 V_6 C_2 (4).

III. Tag:

C_3 C_2 (e) V_1 C_3 V_2 C_3 V_3 C_3 V_4 C_3 V_5 C_3 V_6 (4).

IV. Tag:

V_1 C_4 C_3 (e) V_2 C_4 V_3 C_4 V_4 C_4 V_5 C_4 V_6 C_4 (4).

VII. Tag:

C_7 (4) V_1 (e) C_7 (4) V_2 (e) C_7 (4) C_6 (e) V_3 (e) C_7 (4)
V_4 (e) C_7 (4) V_5 (e) C_7 (4) V_5 (e) C_7 (4) V_6 (e).

Jede Reihe wurde also vor der Erlernung 24 mal wiederholt. Das Zeichen (4) am Ende der Versuchstage bedeutet, daſs jede Reihe des Tages 4 mal gelesen wurde, mit Ausnahme der *C*-Reihe, die an dem betreffenden Tage gelernt wurde, was durch das Zeichen (*e*) angedeutet ist. Jede Lesung einer Reihe war von der nächsten durch eine Pause von 2—3 Minuten getrennt. Der Zeitlagewechsel muſste nach zwei Richtungen durchgeführt werden. An jedem Tage wurden 6 *V*-Reihen und eine *C*-Reihe gelesen, die letzte in sechsfacher Verteilung. Hinsichtlich dieser Reihen genügte für die Änderung der Zeitlage die Verschiebung der *V*- und *C*-Reihen gegeneinander um ein Glied. An Stelle von V_1 C_4 ...... tritt am nächsten Tage C_5 V_1 ......, am nächsten Tage wieder V_1 C_6 ...... und so weiter. Andererseits wurde aber auch am zweiten, dritten ...... siebenten Tage jeder solchen Runde eine *C*-Reihe vom vorigen Tage gelernt und diese hatte nun 13 Zeitlagen zu durchlaufen. Um die Zahl der Resultate für *V*- und *C*-Reihen gleich zu erhalten, lieſs ich C_7, das am siebenten Tage gelesen worden war, am achten Tage nicht lernen, sondern begann dann wieder mit vollständig neuem Material. Die Lesung von C_7 diente nur dazu, die Tagesbelastung unverändert zu halten.

Die Versuchsreihe, welche im ganzen 50 Versuchstage umfaſste, zerfiel zeitlich in zwei Serien. Die eine erstreckte sich vom 6. November 1895 bis zum 14. Dezember, die zweite vom 7. April 1896 bis zum 16. April. In beiden Serien blieb die Tageszeit (11 Uhr 50 Minuten bis 12 Uhr 40 Minuten) wie auch alle anderen äuſseren Bedingungen unverändert. Versuchsperson war Professor G. E. Müller. Das Verfahren war in dieser Versuchsreihe wissentlich, da die Versuchsperson bereits von früher her den Zweck der Versuche kannte. Die nun folgenden Resultate geben die für die Erlernung von 40 *C*- und

40 *V*-Reihen nötigen Wiederholungszahlen in den arithmetischen Mittelwerten.[1]

	w	
C	5.3	Differenz = 0.7.
V	4.6	

Wir sehen, dafs auch in diesem Falle die *V*-Reihen noch deutlich gegenüber den *C*-Reihen als bevorzugt erscheinen. Selbstverständlich gilt über die Bedeutung der Differenz hier dasselbe, was früher bei Besprechung der Versuchsreihen I und II über die dortigen Differenzen bemerkt wurde. Insbesondere gilt der Satz, dafs die Differenz uns nur sozusagen den Überschufs der Verteilungswirkung gegenüber dem Einflufs des stärkeren Vergessens der *V*-Reihen darstellt, hier noch in erhöhtem Mafse, da die Verteilung hier auf 6, in I und II aber nur auf 3 Tage ausgedehnt worden war. Trotzdem mufs aber, besonders im Hinblick auf die Resultate der Versuchsreihen IV, V und VI die relativ geringe Gröfse der Differenz überraschen. Abgesehen von etwaigen persönlichen Eigentümlichkeiten der Versuchsperson, dürfte sich diese Thatsache jedoch auch aus den Besonderheiten unserer Anordnung ganz oder teilweise erklären lassen. Wir haben eben durch die Trennung der Wiederholungen einer *C*-Reihe nicht allein die Abstumpfung der Aufmerksamkeit eliminiert, sondern eigentlich aus den *C*-Reihen *V*-Reihen mit kleinem Zeitintervall gemacht. Wir haben also im Grunde *V*-Reihen mit dem Zeitintervall von 24 Stunden mit *V*-Reihen mit dem Zeitintervall von etwa 5—6 Minuten verglichen. Welche Bedeutung eine solche Änderung aber besitzt, wird aus späteren Untersuchungen noch klarer hervorgehen. Andererseits ist noch hervorzuheben, dafs bei der überall gleichen Tagesbelastung eine nicht unwesentliche Bevorzugung der *C*-Reihen dadurch bedingt war, dafs in der Regel die erlernte *C*-Reihe überhaupt die einzige an dem betreffenden Tage zu lernende Reihe war. Da die Versuchsperson in besonders hohem Mafse dazu geneigt war, unwillkürlich an die gelesenen Silben häufig zu denken, so notierte ich alle Takte, die nach ihrer Angabe ins Bewufstsein gekommen waren. Von

[1] Die Zahl der erlernten Reihen war eigentlich für jede Art gleich 42. doch mufsten eines Versehens wegen 2 Reihen auf jeder Seite gestrichen werden.

C-Reihen erhielt ich auf diese Weise 21, von *V*-Reihen dagegen nur 15 Takte. Also auch in dieser Beziehung waren die ersten im Vorteile. Da demnach trotz aller dieser ungünstigen Umstände die *V*-Reihen noch immer durchschnittlich ein besseres Ergebnis geliefert haben als die *C*-Reihen, so kann man daraus mit ziemlicher Sicherheit abnehmen, daſs die Ursache des Einflusses der Verteilung nicht lediglich in der gröſseren Ermüdung beim Lesen der Kumulationsreihen bestehen kann. Wir haben es also nach dem bisherigen mit einer durchaus eigenartigen Gesetzmäſsigkeit zu thun.

§ 3.

Worin liegt nun aber, so könnte man jetzt fragen, das eigentlich charakteristische Moment dieser ganzen Erscheinungsgruppe? Das nächstliegende Auskunftsmittel, die allgemeine Ermüdung, hat sich in den letzten Versuchsreihen als unzureichend erwiesen. Trotzdem wird man vielleicht auch jetzt noch geneigt sein, das Verhalten der *V*- und *C*-Reihen auf eine geringere Wirksamkeit der späteren Wiederholungen einer *C*-Reihe gegenüber den Anfangswiederholungen zurückzuführen. Die Sache kann von diesem Standpunkte aus etwa so dargestellt werden, daſs die letzten Wiederholungen einer Reihe mit groſser Kumulation, selbst wenn sie mit ungeschwächter Aufmerksamkeit absolviert werden, aus noch unbekannten Gründen einen geringeren Wert für Einprägen und Behalten besäſsen als die ersten Wiederholungen. In dieser unbestimmten Fassung scheint diese Vorstellungsweise in hohem Grade wahrscheinlich, ja beinahe selbstverständlich zu sein. Ziehen wir nun aber einmal einige Konsequenzen aus dieser Auffassung. Es ist schon früher bemerkt worden, daſs wir in unseren bisherigen Versuchen zwei einander entgegenwirkende Faktoren konstatieren können, erstens den Einfluſs des Vergessens, der zu Gunsten der *C*-Reihen wirken muſs, zweitens den uns vorläufig unbekannten, der zu Gunsten der *V*-Reihen wirkt und den die eben angedeutete Auffassung als geringere Wirksamkeit der späteren Wiederholungen einer Kumulationsreihe ansieht. Was geschieht nun, wenn wir die Art der Verteilung ändern?

Wählen wir z. B. als Gesamtzahl der Wiederholungen 24, so können wir diese Zahl ja in sehr verschiedener Weise auf

mehrere Tage verteilen. Wir können eine Reihe an zwei Tagen je 12 mal, oder an vier Tagen je 6 mal, oder an zwölf Tagen je 2 mal lesen. Bezeichnen wir mit (3,8) diejenige Form der Verteilung, nach welcher acht Wiederholungen an je drei Tagen stattfinden, so giebt es für die Zahl 24 acht solcher Formen, nämlich (1,24), (2,12), (3,8), (4,6), (6,4), (8,3), (12,2), (24,1). Hierbei bedeutet immer die erste Ziffer die Zahl der Tage, an denen eine Reihe von dieser Form gelesen werden soll, die zweite die Zahl der an jedem Tage stattfindenden Wiederholungen.

Die erste Form stellt uns demnach die vollständige Kumulation, die letzte Form die ausgedehnteste Verteilung dar. Was muſs nun, nach der Annahme einer geringeren Wirksamkeit der späteren Wiederholungen der Kumulationsreihen geschehen, wenn verschiedene mittlere Verteilungsformen hinsichtlich ihrer Ergebnisse miteinander verglichen werden, etwa die Formen (3,8), (6,4), (12,2)? Werden 24 Wiederholungen an einem Tage vorgenommen, so lehrt bereits die Selbstbeobachtung, daſs die letzten Wiederholungen einen relativ nur noch sehr geringen Wert besitzen, und auf derartige Beobachtungen stützt sich ja gerade die in Rede stehende Annahme. Bei 8 oder gar 9 Wiederholungen kann man hingegen sogar eher das Gegenteil beobachten. Man ist gewöhnlich bei der ersten und zweiten Wiederholung mit der Aufmerksamkeit noch nicht ganz bei der Sache und kommt erst allmählich, etwa beim vierten oder fünften Durchlesen so recht in Zug. Von einer geringeren Wirksamkeit der dritten oder vierten Wiederholung kann also nach der Selbstbeobachtung keine Rede sein. Andererseits besteht aber der Einfluſs des Vergessens, der immer zu Ungunsten der gröſseren Verteilung wirkt, auch hier noch fort.

Nach alledem muſs man, wenn man auf dem Boden der oben erwähnten Anschauungsweise steht, annehmen, daſs wir bei Steigerung der Verteilung schlieſslich zu einer Grenze kommen werden, jenseits welcher die ausgedehntere Verteilung nicht mehr die günstigeren Resultate liefert. Diese Grenze müſste wohl auch nach dem eben Gesagten bei der Form (6,4) schon beträchtlich überschritten sein. Ob eine solche Grenze existiert, und wenn ja, wo dieselbe gelegen ist, dies ist die Frage, der die nächsten Versuchsreihen gewidmet sind. Bevor ich jedoch die bezüglichen Resultate der folgenden

Experimente mitteile, schicke ich noch eine kurze Beschreibung der auf Seite 6 erwähnten Methode zur Untersuchung von Assoziationsstärken voraus, welcher ich mich in der Mehrzahl der nun folgenden Versuchsreihen bedient habe.

§ 4.

In den meisten systematisch unternommenen Versuchsreihen über das Gedächtnis für eine Vorstellungsreihe ist es notwendig, die mittlere Assoziationsstärke einer unter gewissen Bedingungen gelesenen Reihe zu bestimmen. Unter mittlerer Assoziationsstärke einer Reihe verstehe ich hierbei die durchschnittliche Gröſse der Tendenz eines Gliedes der Kette, das nächstfolgende zu reproduzieren. Diese Bestimmung der mittleren Assoziationsstärke einer Reihe zu einem gewissen Zeitpunkte wurde bis jetzt von Ebbinghaus, Müller-Schumann und anderen dadurch erreicht, daſs die Reihe an dem betreffenden Zeitpunkte von der Versuchsperson bis zur Erlernung gelesen werden muſste. Die Zahl der hierzu notwendigen Wiederholungen bezw. die Ersparnis an Wiederholungen gegenüber der Erlernung einer völlig neuen Reihe kann uns dann zur Bestimmung der Assoziationsstärke dienen, welche die Reihe vor der Wiederholung hatte. Im allgemeinen, wie wir aber später noch sehen werden, nicht immer, können wir dann sagen, daſs einer Reihe mit geringerer Ersparnis auch eine geringere mittlere Assoziationsstärke entspreche, von welcher Voraussetzung wir auch in unseren früheren Versuchen ausgegangen sind. Es giebt nun aber auch einen anderen und zwar direkteren Weg, die Stärke einer Vorstellungsreihe zu bestimmen. Man kann der Versuchsperson nach einer gewissen Anzahl von Lesungen mehrere der gelesenen Silben vorzeigen und ihr den Auftrag geben, jedes Mal die nächstfolgende Silbe anzugeben. Falls nun die betreffende Reihe im Gedächtnis weder zu stark noch zu schwach eingeprägt ist, so werden wir richtige Fälle, falsche und Nullfälle erhalten, wobei ich unter den letztgenannten solche verstehe, bei welchen die Versuchsperson keine Silbe als die nächstfolgende angiebt. Die Zahl n der richtigen Fälle oder Treffer giebt uns wieder ein Mittel an die Hand, über die Assoziationsstärke einer Reihe bei gewissen Bedingungen zu urteilen. Die Bestimmung dieser Trefferzahl in Verbindung mit

den bezüglichen Reproduktionszeiten ist der Zweck der Treffer- und Zeitmethode.

Die äufsere Anordnung bei Anwendung dieses Verfahrens ist folgende. Ein zwölfseitiges, um eine horizontale Axe drehbares Prisma trägt einen Papierstreifen, auf dem die vorzuzeigenden Silben aufgeschrieben sind. Vor diesem Prisma ist eine kleine Wand mit einem Ausschnitt angebracht, welch letzter durch einen Fallschirm mit ebenso grofsem Ausschnitt verdeckt oder offen gelassen werden kann. Der Fallschirm kann durch einen Elektromagneten festgehalten werden, und in diesem Falle ist der Ausschnitt und die hinter demselben befindliche Silbe verdeckt. Soll eine Silbe vorgezeigt werden, so wird ein mit dem Elektromagneten in Verbindung stehender Kommutator geöffnet, der Fallschirm fällt und die Versuchsperson kann durch den nun offenen Ausschnitt die betreffende Silbe sehen.

Die Bestimmung der Reproduktionszeit wurde in folgender Weise ausgeführt. Ein von einer Meidinger Batterie gelieferter Strom wurde in einen Kommutator eingeführt, ging dann zu einem Quecksilbernapf, in welchen, wenn der Fallschirm festgehalten war, ein Kontakt eintauchte, von diesem Kontakt zu einem Hippschen Chronoskop, von diesem zu einem zweiten Kommutator und dann zum ersten Kommutator zurück. Dieser erste Stromkreis war also geschlossen, wenn die eben erwähnten zwei Kommutatoren, von welchen der erstgenannte von der Versuchsperson, der zweite vom Versuchsleiter bedient wurde, geschlossen waren, und wenn der Fallschirm vom Elektromagneten festgehalten war. Öffnete dagegen der Versuchsleiter den zum Elektromagneten gehörigen Kommutator, so fiel der Fallschirm herunter und hob im Fallen den oben erwähnten Kontakt aus dem Quecksilbernapf heraus. Die Versuchsperson sah also die unter dem Ausschnitt stehende Silbe und zu gleicher Zeit wurde der durch das Chronoskop gehende Stromkreis geöffnet.

Wie sich aus dem soeben Bemerkten ergiebt, war bei diesen Versuchen das Chronoskop stets so eingerichtet, dafs die Zeiger im Falle des Stromschlusses festgehalten waren. Ein zweiter Stromkreis gewährte nun die Möglichkeit, die Zeiger des Chronoskopes wieder zum Stillstand zu bringen. Von dem erwähnten Kommutator, in welchen der Strom eintrat, ging

eine Verbindung zu einem Lippenschlüssel, mit welchem die Versuchsperson reagierte. Von diesem lief der Strom wieder zum Chronoskop und dann durch den zweiten Kommutator zum ersten zurück. Der äufsere Verlauf eines Versuches ist also einfach folgender. Zu Anfang des Versuches sind alle drei Kommutatoren geschlossen, der Fallschirm ist vom Elektromagneten festgehalten und verdeckt den Ausschnitt. Der erste Stromkreis ist infolge dessen ebenfalls geschlossen. Die Versuchsperson sitzt so vor dem Fallschirm, dafs sie im gegebenen Falle gerade den Ausschnitt und die hinter demselben stehende Silbe bequem sehen kann, und hält mit den Lippen den unteren Arm des Lippenschlüssels nach oben. Der zweite Stromkreis ist hierdurch geöffnet. Jetzt setzt der vor dem Chronoskop sitzende Versuchsleiter das Uhrwerk in Gang, öffnet dann den zum Elektromagneten gehörigen Kommutator und der Fallschirm fällt herunter. Einerseits wird nun der erste Stromkreis geöffnet und das Zeigerwerk der Uhr in Gang gesetzt, andererseits sieht die Versuchsperson die hinter dem Ausschnitt erscheinende Silbe. Sie überlegt nun eine gewisse Zeit, welche die nächstfolgende Silbe war, spricht dieselbe aus, und schliefst durch die Sprechbewegung den zweiten Stromkreis. Die Zeiger bleiben stehen und der Experimentator kann nun die Gröfse der abgelaufenen Zeit ablesen. (Da in der abgelesenen Zeit natürlich nicht blofs die Reproduktionszeit, sondern auch verschiedene physikalische Zeiten enthalten sind, so wird die Reproduktionszeit auf diese Weise nicht wirklich gemessen, sondern nur eine exakte Vergleichung derartiger Zeiten ermöglicht. Für unsere Zwecke war dies aber aus naheliegenden Gründen vollständig ausreichend.) Hierauf wird der Fallschirm wieder in die Höhe gehoben, durch Drehung des Prismas kommt die nächste Silbe vor den Ausschnitt und das ganze Verfahren wiederholt sich, bis die Reihe der vorzuzeigenden Silben abgeschlossen ist.

Die Konstanz der Latenzzeit des Lippenschlüssels, der in der Versuchsreihe zur Anwendung kam, war natürlich vorher geprüft worden. Den Wechsel der Stromesrichtung besorgte die Versuchsperson mittelst des von ihr bedienten Kommutators. Zu Anfang und Ende jedes Versuchstages wurde das Chronoskop mittelst des in den Stromkreis eingefügten Kontrollhammers geprüft. Der Kontrollhammer selbst wurde in be-

kannter Weise von Zeit zu Zeit durch eine Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl kontrolliert, welche beim Fall des Hammers ihre Schwingungen auf einer mit letzterem fest verbundenen berufsten Platte aufschrieb.

Was das Vorzeigen der Silben endlich anbetrifft, so waren für dasselbe folgende Regeln mafsgebend. Aus jeder Reihe wurden immer nur die ersten Silben der sechs stets trochäisch gelesenen Takte vorgezeigt, und zwar in variabler Reihenfolge, damit die Versuchsperson nicht leicht in die Lage kommen konnte, sich auf die später kommenden Silben irgendwie vorzubereiten. Nehmen wir an, bei einer Reihe wäre zuerst der 5. Takt geprüft worden, so kam dann der 3., 1., 6., 4., 2. Takt an die Reihe. Das nächste Mal kam dann der 3. Takt an die erste, der 5. Takt an die letzte Stelle, beim übernächsten Mal der 1. Takt an die erste, der 3. an die letzte Stelle, und so fort, bis alle sechs Möglichkeiten der Reihenfolge erschöpft waren, worauf der Wechsel in derselben Weise von neuem begann.

Was endlich die Bedeutung der ganzen Methode angeht, so leuchtet auf den ersten Blick ein, dafs dieselbe eine sehr nützliche Ergänzung des Ersparnisverfahrens darstellt. Da beide Methoden auf prinzipiell durchaus verschiedenen Wegen dasselbe Ziel, die Bestimmung der mittleren Assoziationsstärke anstreben, so dürfen wir von vornherein aus einer Vereinigung beider die Gewinnung wertvoller Gesichtspunkte für die Theorie des Gedächtnisses erwarten. Im speziellen giebt die Treffer- und Zeitmethode beträchtlich feinere Unterschiede wieder als das Ersparnisverfahren. Für den Nachweis gewisser, sonst schwer zu konstatierender assoziativer Unterschiede, wie sie z. B. bei der Untersuchung der mittelbaren Assoziation der Assoziation im Unbewufsten[1] etc. eventuell auftreten, ist dieselbe daher besonders geeignet. Aufserdem hat die Treffermethode den Vorteil, dafs sie bei derselben Zahl von Versuchstagen eine bedeutend gröfsere Zahl von Ergebnissen liefert als die bisherige Untersuchungsweise. Auf die Bedeutung des Verfahrens für unsere spezielle Frage, sowie auf die sich daraus ergebenden methodologischen Konsequenzen werde ich an geeigneter Stelle noch zu sprechen kommen.

---

[1] Über diese Frage siehe Müller-Schumann S. 164 ff.

§ 5.

Versuchsreihen IV, V und VI.

Der Zweck dieser mit stud. math. O. Blumenthal, stud. phys. E. Prümm und cand. hist. B. Müller unternommenen Versuchsreihen war die Vergleichung der Verteilungsformen (3,8), (6,4), (12,2) (vergl. S. 15). Die Experimente begannen mit B. am 12. November 1895, mit P. am 7. November 1895 und mit M. am 24. November 1896 und umfaſsten je 28 Versuchstage, die mit Ausnahme der Zeit zwischen 14. und 15. Versuchstag ohne Unterbrechung aufeinander folgen muſsten.

Die Experimente beanspruchten täglich etwa 35—45 Minuten und wurden mit B. gewöhnlich um 7 Uhr 30 Minuten abends, mit P. in den ersten 14 Tagen um 2 Uhr 30 Minuten nachmittags, in den folgenden 14 Tagen um 9 Uhr 35 Minuten morgens begonnen. In Versuchsreihe VI konnten äuſserer Umstände wegen die Versuche an den verschiedenen Tagen nicht immer zu gleicher Zeit begonnen werden. Die Zeit der Versuche variierte infolge dessen an den verschiedenen Tagen gewöhnlich in einem Intervalle von 24 Stunden. Die Versuche begannen in den ersten 14 Tagen zwischen 9½ und 10½ Uhr, in der zweiten Versuchsserie zwischen 10½ und 11½ Uhr vormittags.

Die Anordnung der Silbenreihen war folgende:

I. Tag:

V''_1 V'_1 V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6.

II. Tag:

V'_1 V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6 V'_1.

III. Tag:

V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6 V''_1 V'_1.

IV. Tag:

V_1 (Pr.) V''_3 V'_2 V''_4 V_2 (Pr.) V''_5 V'_3 V''_6 V''_1 V'_1 V''_2.

⋮

VII. Tag:

V''_4 V_4 V''_5 V'_3 (Pr.) V''_6 V'' V'_1 (Pr.) V''_2 V_3 V''_3 V'_2 (Pr.).

VIII. Tag:

V_4 (Pr.) V''_5 V'_6 V''_6 V''_1 V'_4 V''_2 V_3 (Pr.) V''_3 V'_5 V''_4.

⋮

XII. Tag:

V_5 (Pr.) V''_5 V'_5 V''_6 V''_1 V'_4 V''_7 V_6 (Pr.) V''_3 V'_5 V''_4

XIII. Tag:

V''_6 (Pr.) V''_1 (Pr.) V'_4 V''_2 (Pr.) V_6 V''_3 (Pr.) V'_5 V''_4 (Pr.) V_5 V^{4}_{5} (Pr.).

XIV. Tag:

V''_5 V'_6 (Pr.) V''_6 V''_1 V'_4 (Pr.) V''_2 V_6 V''_3 V'_5 (Pr.) V''_4 V_5.

V_1 V'_1 V'' bedeuten hier die Reihen von den Formen (3,8), (6,4), (12,2). Während jeder solchen Serie von 14 Tagen wurden sechs Reihen von jeder dieser Formen gelesen und 24 Stunden nach der letzten Lesung mit dem Treffer- und Zeitverfahren geprüft, was das Zeichen (Pr.) hinter der betreffenden Reihe besagen soll.

Die Zeitlage für den ersten Tag glaubte ich am besten so zu wählen, daſs ich die *V*- und *V'*-Reihen regelmäſsig zwischen die zahlreichen *V''*-Reihen einschob. Der Zeitlagenwechsel vollzieht sich nach vorstehendem Schema durch zyklische Vertauschung bis zum 12. Versuchstage. Da an diesem Tage wieder die erste Zeitlage hätte auftreten müssen, so zog ich es vor, für diesen und die folgenden zwei Tage das Los für eine der elf möglichen Anordnungsweisen entscheiden zu lassen.

Da das Durchprüfen einer Reihe mit dem Trefferverfahren etwa 3 Minuten in Anspruch nimmt, so ist der 13. Tag der Runde besonders stark belastet, welcher Umstand zu Ungunsten der ausgedehntesten Verteilung ins Gewicht fällt. Um die Belastung hinsichtlich der Lesearbeit für alle Tage möglichst gleich zu halten, lieſs ich am 13. und 14. Tage die bereits geprüften *V*- bezw. *V''*-Reihen wieder in der alten Weise durchlesen. Die Pause zwischen dem Lesen zweier Reihen betrug ungefähr 2 Minuten.

Ich gebe nun zunächst die Resultate der Versuchsreihen IV und VI an.

	V		*V'*		*V''*	
	T.	m. Z.	T.	m. Z.	T.	m. Z.
B.	18	2496	39	2213	53	2007
M.	7	2429	31	1570	55	1675

Es waren im ganzen 12 Reihen bezw. 72 Takte von jeder Form geprüft worden. T. bedeutet die Gesamtzahl der bezüg-

lichen Treffer, m. Z. die mittlere Reproduktionszeit der Treffer.

Die Resultate der Versuchsreihe V gingen mir zum grofsen Teile durch ein Versehen, das ich erst später bemerkte, verloren, aufserdem zeigte die Versuchsperson P. ein relativ schlechtes Gedächtnis, so dafs die Zahl der Treffer eine minimale wurde. Aus 36 geprüften Takten jeder Form ergaben sich für V'' 9, für V' 5 und für V nur 2 Treffer. Selbstverständlich sind diese kleinen Zahlen an sich in keiner Richtung beweisend, ich teile sie nur deshalb mit, um zu zeigen, dafs, soweit Resultate sich ergaben, diese überall dieselbe qualitative Gesetzmäfsigkeit aufweisen.

Die Trefferzahlen der Versuchsreihen IV und VI, mit welchen auch die eben genannten übereinstimmen, bedürfen keiner weiteren Erläuterung. Sie zeigen deutlich, dafs die ausgedehnteste Verteilungsform das günstigste Resultat nach 24 Stunden liefert. Insbesondere fällt die grofse Überlegenheit der Form (6,4) über die Form (3,8) auf. Obwohl beide Reihen gleich oft wiederholt worden waren, traten doch bei der ausgedehnteren Verteilung bedeutend mehr Treffer auf als bei der weniger ausgedehnten. Auch die zweite Differenz zwischen V' und V'' ist hinreichend grofs, um zu zeigen, dafs wir an dieser Stelle die Grenze des Verteilungseinflusses noch nicht zu suchen haben, ja es scheint nach diesen Ergebnissen (die natürlich zunächst nur für das von uns gebrauchte Zeitintervall von 24 Stunden gelten), dafs eine solche Grenze überhaupt nicht existiert, dafs vielmehr die ausgedehnteste Verteilung die günstigsten Resultate ergiebt. Da aber ferner bei vier Wiederholungen, die nicht einmal $^3/_4$ Minuten Zeit beanspruchen, von Abstumpfung der Aufmerksamkeit, Abnahme des Interesses u. dergl. m. wohl kaum die Rede sein kann, so ist offenbar jede Ansicht zur Erklärung der Verteilungswirkung unzureichend, welche die hier untersuchten Erscheinungen darauf zurückführt, dafs die späteren Wiederholungen einer Reihe im Vergleich zu den früheren für das Aneignen und Behalten von geringerem Wert sei.

Aber auch in praktischer Hinsicht können die hier mitgeteilten Ergebnisse zu weiteren, interessanten Konsequenzen führen. Welche die günstigste Art sei, sich eine Vorstellungsreihe gedächtnismäfsig einzuprägen, ist gewifs eine Frage, welche die Praxis des Lebens direkt berührt. In der That ist

ja wohl auch das Prinzip der Verteilung im allgemeinen kein unbekanntes. Sollten aber die Ergebnisse unserer Experimente noch weitere Bestätigungen erfahren, so wird uns auch in der Praxis die ausgedehnteste Verteilung als günstigste Lernmethode erscheinen müssen, also diejenige Art, bei welcher auf einen Tag etwa eine Wiederholung kommt, natürlich unter der Voraussetzung, dafs diese Verteilungsart nicht durch besondere Zwecke oder Umstände ausgeschlossen ist. Dies aber ist wohl auch dem Praktiker auf diesem Gebiete durchaus neu. Man frage einmal jemanden, von welcher Form der Verteilung er das günstigste Resultat erwarte, so wird man wohl häufig eine der mittleren Formen bezeichnet hören, fast nie aber die ausgedehnteste Verteilung. Ich habe den Versuch selbst mit mehreren Personen, auch Schulmännern gemacht, im wesentlichen immer mit demselben Ergebnis. In der Praxis pflegt man sogar häufig noch alle diesbezüglichen Erfahrungen als Konsequenzen der Ermüdung aufzufassen, und sucht demgemäfs erst dann eine weitere Anhäufung von Wiederholungen zu vermeiden, wenn dieselbe bereits eine deutlich merkbare Abstumpfung des Interesses und der Aufmerksamkeit zur Folge haben würde. Aus unseren bisherigen Experimenten geht dagegen hervor, dafs ein derartiges Verfahren, wenigstens so lange es sich blofs um gedächtnismäfsige Aneignung eines Stoffes handelt, unökonomisch und deshalb unzweckmäfsig ist.

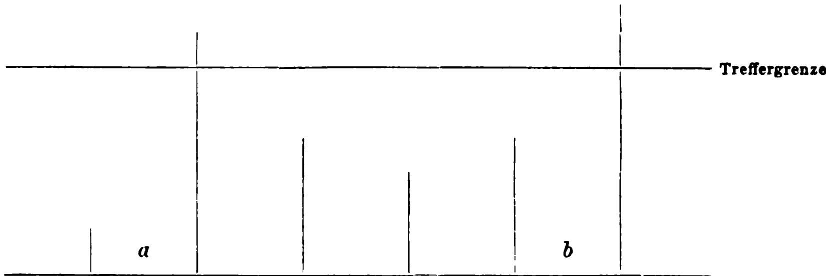
Was ferner die oben mitgeteilten Werte der Reproduktionszeiten für die verschiedenen Formen anbetrifft, so bieten dieselben wenig Interesse. Dafs diese Zahlen für Reihen, die 24 Stunden nach der letzten Lesung geprüft wurden, ziemlich grofs ausfallen mufsten, liefs sich wohl voraussehen. Andererseits ist aber durch diesen Umstand den variablen Fehlern ein so grofser Spielraum gelassen, dafs man bei der relativ geringen Zahl von Resultaten Differenzen im Sinne einer strengen Gesetzmäfsigkeit von vornherein nicht erwarten konnte. Nur die Differenz, welche zwischen der Zeit bei der Form (3,8) und der Zeit bei den übrigen Formen besteht, ist sicher nicht rein zufälliger Art und steht auch mit den anderen Resultaten, welche mittelst der Treffermethode hier gefunden worden sind, in Einklang. Dafs aber im allgemeinen die Differenzen der Reproduktionszeiten für die verschiedenen Formen nicht grofs ausfielen, erklärt sich leicht aus folgendem Umstande. Für die

Gröſse der Reproduktionszeit sind in unseren Fällen zwei einander entgegenwirkende Faktoren maſsgebend. Erstens hat sich nämlich bei anderen, im hiesigen Laboratorium ausgeführten Versuchen gezeigt, daſs, ceteris paribus, der gröſseren Trefferzahl die kürzere Reproduktionszeit entspricht; zweitens aber ist, wie sich bei denselben Versuchen gezeigt hat, innerhalb gewisser Grenzen, mit älteren Assoziationen, selbst bei gleicher Trefferzahl, die gröſsere Reproduktionszeit verbunden. In unseren Versuchen waren nun aber gerade die ältesten, nämlich die seit 12 Tagen gelesenen V''-Reihen zugleich die Reihen mit der gröſsten Anzahl von Treffern, so daſs sich die genannten Einflüsse ganz oder teilweise kompensieren muſsten.

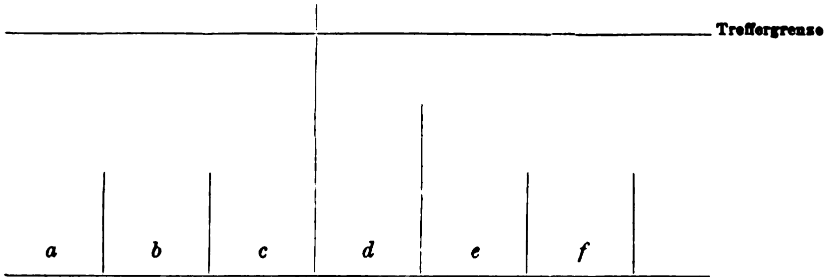
§ 6.

Im vorstehenden ist eine Möglichkeit, den Wert der verschiedenen unmittelbar aufeinander folgenden Wiederholungen einer Reihe gegeneinander zu bestimmen, noch nicht erwähnt worden. Bei unseren früheren Erwägungen trat uns vielfach die Frage entgegen, ob alle unmittelbar aufeinander folgenden Wiederholungen einer Reihe den gleichen Wert für Erlernen und Behalten der Reihe haben, ob also z. B. die fünfte Wiederholung für die Erlernung sozusagen den gleichen Beitrag liefere wie die erste Wiederholung. Man könnte nun fragen, warum wir es nicht versucht haben, den Wert der ersten Wiederholung mit dem der zweiten, diesen mit dem der dritten u. s. w. direkt zu vergleichen, und zwar etwa so, daſs z. B. die Trefferzahl einerseits für die erste und andererseits für die zweite Wiederholung bestimmt worden wäre. Sind dann T_1 und T_2 die bezüglichen Zahlen und bei weiterer Fortsetzung $T_3 \ldots . . T_n$ die Trefferzahlen bis zur $n$ten Wiederholung, so könnte man vielleicht auf den ersten Blick meinen z. B. in $T_2—T_1$ ein Maſs für den Wert oder den Nutzeffekt der zweiten Wiederholung, in $T_n—T_{n-1}$ ein Maſs für den Wert der $n$ten Wiederholung vor sich zu haben. Doch zeigt bereits eine kurze Überlegung die Unrichtigkeit einer solchen Auffassung. Denken wir uns einmal zur gröſseren Anschaulichkeit die Stärkegrade der sechs einzelnen Assoziationen, welche im Trefferverfahren geprüft werden, als vertikale Strecken auf einer Geraden aufgetragen. Haben einzelne dieser Strecken eine gewisse Grenze überschritten, so stellen sie uns

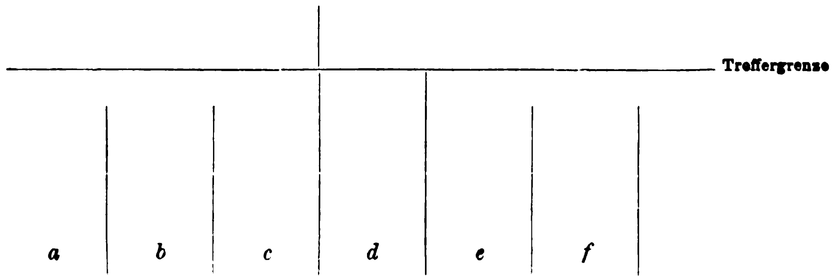
die Treffer der Reihe dar, wie etwa in der folgenden Zeichnung die Strecken *a* und *b*.



Die einzelnen Assoziationen sind in einer solchen Reihe natürlich nicht gleich stark, teils infolge der verschiedenen Schwierigkeit der Silben, teils infolge der ungleichmäſsigen Verteilung der Aufmerksamkeit. Denken wir uns nun auf die vorstehende Reihe noch eine weitere Wiederholung verwandt, so werden diese Höhen um ein gewisses Stück wachsen. Ob aber dieser Zuwachs durch die neue Wiederholung uns noch andere Glieder über die Treffergrenze bringt, das hängt nicht nur von der Summe der bereits früher vorhandenen Höhen und von dem Nutzeffekt der neuen Wiederholung ab, sondern auch von den Differenzen, welche zwischen den Höhen unmittelbar vor der neuen Wiederholung bestanden haben. Bei gleichem Durchschnittswert jener Höhen kann ein und derselbe Zuwachs, je nach der Art und Weise, wie die einzelnen Höhen von dem Durchschnittswerte abweichen, einen ganz verschiedenen Effekt hinsichtlich der Trefferzahl haben. Nun sind uns aber jene Abweichungen, und was noch wichtiger ist, die Assoziationen, die noch unter der Treffergrenze liegen, selbst im einzelnen Falle ihrer Stärke nach völlig unbekannt. Deshalb ist aber die Bestimmung des Nutzeffektes einer Wiederholung nach dieser Methode unausführbar. Zur Veranschaulichung der Fehlerhaftigkeit einer derartigen Methode möge folgendes Beispiel dienen. Wir betrachten eine Reihe nach einer bestimmten Zahl von Wiederholungen und versinnbilden uns ihre Assoziationen in ähnlicher Weise wie früher in folgender Zeichnung:



Die Reihe wurde nun noch einmal wiederholt und diese neue Wiederholung möge z. B. folgenden Effekt haben:



Die Höhen haben einen beträchtlichen Zuwachs erhalten· Trotzdem liefert die Reihe, wie wir sehen, in diesem Stadium nicht mehr Treffer, als vor der neuen Wiederholung. Wird die Reihe nun noch einmal gelesen, so genügt, wie wir an unserer Zeichnung sehen können, ein sehr geringer Zuwachs, um sofort alle fünf Assoziationen *a*, *b*, *d*, *e*, *f* über die Treffergrenze zu bringen. Diese zweite neue Wiederholung braucht also gar keinen groſsen Nutzeffekt zu haben, trotzdem sie die Trefferzahl plötzlich stark vergröſsert. Wir sehen aus einem solchen Beispiele, zu welch' falschen Konsequenzen die Anwendung der oben erwähnten Methode führen könnte.

Wir haben nun noch eine kürzlich von Smith[1] angewandte Methode zur Bestimmung des Wertes der verschiedenen Wiederholungen einer Reihe zu besprechen. Smith operierte ebenfalls mit Reihen von sinnlosen Silben, prüfte aber den Erfolg

[1] Siehe W. G. Smith, „The Place of Repetition in Memory". *Phych. Rev.* 1896.

der verschiedenen Lesungen in anderer Weise, als es hier geschehen ist. Er liefs die Versuchsperson die betreffende Reihe frei reproduzieren und alles niederschreiben, was sie von derselben noch wufste. Er prüfte nun die Reihen in verschiedenen Stadien des Erlernens, und zwar nach 1, 3, 6, 9 oder 12 Wiederholungen. In der Zahl der nach einer gewissen Zahl von Wiederholungen richtig reproduzierten Silben einer Reihe glaubt nun SMITH ein Mafs für den Wert der vorausgegangenen Wiederholungen gefunden zu haben. Es kehren jedoch gegenüber dieser Methode ganz dieselben Einwände wieder, die wir gegen das analoge Verfahren mit der Treffermethode erhoben hatten. Dieselbe Rolle, die eben dort die Assoziation spielte, spielt hier die Bereitschaft der einzelnen Silben selbst. Wenn etwa nach der ersten Lesung zwei Silben richtig reproduziert worden sind, so liegt doch die Wirkung der ersten Lesung nicht blofs in der Reproduktion dieser zwei Silben, sondern auch jedenfalls in einer gewissen Hebung der Bereitschaft der anderen Silben, also in einer Vorarbeit für die späteren Wiederholungen. Die Gröfse dieses letztgenannten Teiles der Gesamtwirkung aber können wir im einzelnen Falle gar nicht beurteilen.

Ebenso ist das Ersparnisverfahren nicht geeignet, uns in dieser Frage des Wiederholungswertes Aufschlufs zu geben. Wenn p Wiederholungen nach 24 Stunden eine Ersparnis von q Wiederholungen ergeben und $p + m$ eine solche von $q + n$ Wiederholungen, so kann man aus einem derartigen Ergebnisse auf den Wert der $p + 1$. bis $p + m$ten Wiederholungen keinen Schlufs ziehen, der uns irgendwie unserem Ziele näher brächte. Bei der Ersparnis bezw. der nötigen Wiederholungszahl am nächsten Tage, auf die diese Wertbestimmung gegründet werden müfste, kehrt eben einfach die Frage nach dem Wiederholungswerte bei den neuen Wiederholungen in derselben Form wieder wie beim ersten Lesen. Das Ersparnisverfahren ist also ebensowenig geeignet, uns eine Wertbestimmung der verschiedenen aufeinanderfolgenden Wiederholungen einer Reihe zu liefern, wie das Trefferverfahren. Die Versuche von EBBINGHAUS über „Das Behalten als Funktion der Anzahl der Wiederholungen“,[1] dürfen demnach unbeschadet ihres empirischen

[1] Siehe EBBINGHAUS S. 70 ff.

Wertes doch nie als eine Lösung der hier gestellten Aufgabe angesehen werden. Eine solche Lösung ist eben mit unseren derzeitigen Methoden der Assoziationspsychologie nicht zu erreichen.

§ 7.

Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten gesehen, dafs das Überwiegen der *V*- über die *C*-Reihen eine eigenartige Gesetzmäfsigkeit ist, dafs bekannte Nebeneinflüsse, wie Ermüdung, Abnahme des Interesses u. dergl. m. nicht im stande sind, die Thatsachen vollständig zu erklären. Der Umstand, dafs wir bei so starker Herabsetzung der Kumulation, wie sie die letzten Versuchsreihen zeigen, das Überwiegen der ausgedehnteren Verteilung noch immer vorfinden, läfst die Vermutung aufkommen, dafs der Vorzug der ausgedehnteren Verteilung vor der Kumulation der Hauptsache nach nicht in der bei letzter stattfindenden Anhäufung von Wiederholungen seinen Grund hat. Es scheint, dafs wir nicht sowohl in der Kumulation ein besonders nachteiliges Moment zu suchen haben, als vielmehr in der Verteilung der Arbeit ein besonders günstiges. Was aber unterscheidet eigentlich die *V*- von den *C*-Reihen? In erster Linie jedenfalls das Alter der Assoziationen, und es ist naheliegend, daran zu denken, ob nicht vielleicht allgemein ältere Assoziationen, selbst bei gleicher Assoziationsstärke und sonst gleichen Bedingungen sich neuen Wiederholungen gegenüber wesentlich anders verhalten als jüngere Assoziationen.

Die Assoziationen in den *V*-Reihen waren nun, abgesehen von den ersten Wiederholungen, bei jeder neuen Wiederholung älter als die Assoziationen der Kumulationsreihen. Da ferner die Verteilungsreihen schliefslich einen höheren Stärkegrad ergaben als die Kumulationsreihen, so wählte ich als vorläufige Hypothese, welche zunächst ausreichend ist, die bisherigen Experimente zu erklären, folgenden Satz:

I. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung gröfseren Wert.

Ist dieser Satz richtig, so mufs er sich jedoch auch in ganz anderer Weise verifizieren lassen als in Experimenten über Verteilung und Kumulation. Es mufs sich nämlich dann ein

Fall konstatieren lassen, bei welchem Ersparnis- und Treffermethode einander widersprechende Resultate ergeben müssen, also sozusagen ein psychologisches Paradoxon. Die Treffermethode geht verhältnismäfsig direkt zu Werke, sie prüft einfach, was an Reproduktionstendenzen einer Reihe zu einer gewissen Zeit über eine gewisse Grenze hinausgeht. Das Ersparnisverfahren geht dagegen einen indirekten Weg, es prüft, wie viele neue Wiederholungen für eine Reihe nötig sind, um bis zu einer gewissen Stärke zu gelangen. Bei der Treffermethode kommen also nur die Stärkegrade der vorher gestifteten Assoziationen zur Geltung, bei der anderen Bestimmungsweise aber auch die Werte von Neuwiederholungen. Eine Verschiedenheit dieser letztgenannten Werte je nach dem Alter der Assoziationen, welche durch Neuwiederholungen aufgefrischt werden, behauptet aber gerade obiger Satz. Ist er richtig, so mufs nun folgender Versuch möglich sein. Wir lassen Reihen von bestimmter Art n_1 mal lesen und prüfen dann nach einer gewissen Zwischenzeit teils nach dem Ersparnis-, teils nach dem Trefferverfahren. Daneben lassen wir Reihen von gleicher Art n_2 mal lesen, wo n_2 kleiner als n_1 ist, und prüfen dieselben nach einer anderen, kürzeren Zwischenzeit t_2 gleichfalls zum Teil mittelst dieser, zum Teil mittelst jener der beiden Methoden. Es müssen sich nun die Werte von n_1, n_2, t_1, t_2 so wählen lassen, dafs die ersten Reihen (mit der längeren Zwischenzeit t_1) bei Anwendung des Ersparnisverfahrens ein günstigeres, mittelst der Treffermethode dagegen ein ungünstigeres Resultat ergeben als die zweiten Reihen. Die betreffende Versuchsperson weifs dann von der einen Art von Reihen nur wenig, braucht aber nur wenig Wiederholungen, um sie vollständig zu erlernen, von der anderen Art von Reihen weifs sie relativ viel, braucht aber noch viel Wiederholungen, um sie zu lernen.

Versuchsreihe VII.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, die eben aus theoretischen Betrachtungen gewonnene Idee zu prüfen. Versuchsperson war Herr Dr. phil. A. Pilzecker. Die Versuchsreihe dauerte vom 14. Januar bis zum 10. Februar 1896 und umfafste 21 Versuchstage. Die Versuche begannen jeden Tag um etwa 6½ Uhr abends und beanspruchten gewöhnlich etwa 50 Minuten. Die Anordnung der Reihen war folgende.

I. Tag:

R_1 (10) R_2 (10) R_1 (10) R_2 (10) R_1 (10) R_2 (10).

II. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T).

R_1 R_1 (Lesung wie bei R_1 R_2 am vorigen Tage).

III. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (T) R_4 (4) R_4 (E).

R_1 R_1 (Lesung wie früher).

IV. Tag:

R_1 (T) R_2 (E) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T)

R_1 R_2 (Lesung).

V. Tag:

R_1 (T) R_2 (E) R_3 (4) R_3 (T) R_4 (4) R_4 (E)

R_1 R_2 (Lesung).

VI. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T)

R_1 R_2 (Lesung).

Der Gang der Versuche war also im wesentlichen folgender: Zwei Reihen, R_1 und R_2, waren an einem Tage je 30 mal wiederholt worden in der Weise, wie es das Schema des ersten Tages ausführlich zeigt. Nach 24 Stunden wurde die eine Reihe mit dem Ersparnisverfahren (E), die andere mit dem Trefferverfahren geprüft. Dann wurde eine neue Reihe 4 mal gelesen und nach einer Minute mit einer der beiden Methoden geprüft. Dann kam die zweite neue Reihe mit ebenfalls vier Lesungen und wurde nach einer Minute mit der anderen Methode geprüft.[1] Am Schlusse des Versuchstages las die Versuchsperson wieder zwei Reihen (R_1 R_2) je 30 mal, die dann am nächsten Tage als Reihen R_1 und R_2 geprüft wurden. Natürlich fand im Verlaufe der Versuchstage, wie obiges Schema zeigt, überall der nötige Zeitlagenwechsel statt. Der Gedanke liegt nahe, daſs die Zahl der Resultate durch eine kleine Änderung der Versuchsweise hätte verdoppelt werden können.

Man könnte ja jede alte und jede junge Reihe nach beiden Methoden untersuchen, also zuerst für jede die zugehörige Trefferzahl bestimmen und gleich darauf die Reihe lernen

[1] Die Reihen R_1 und R_2 und solche, welche bei weiteren Versuchen eine analoge Rolle spielen, werde ich immer der Kürze halber als alte Reihe, und entsprechend die Reihen R_3 und R_4 und solche, die ihnen weiterhin analog sind, als junge Reihen bezeichnen.

lassen. Die scheinbar irreguläre teilweise Auffrischung der Reihe durch das Trefferverfahren selbst würde voraussichtlich dem Gesamtresultat nicht schaden. Sind natürlich die Wiederholungszahlen zweckentsprechend gewählt, so müssen ja die Trefferzahlen der jungen Reihen durchschnittlich gröſser sein als die der alten. In diesem Falle wirkt aber natürlich die Auffrischung durch die Prüfung in erster Linie für das Erlernen der jungen Reihen günstig. Würden dann trotzdem die alten Reihen schneller erlernt werden, wie wir es vom Standpunkte unserer Hypothese aus ja erwarten müſsten, so hätten unsere Resultate nur umso gröſseres Gewicht. Doch giebt es leider einen anderen stichhaltigen Grund, von der hier angedeuteten Versuchsweise abzusehen, und das ist der rasche Abfall junger Reihen[1] in kurzer Zeit. Da das Trefferverfahren für eine Reihe doch etwa 3 Minuten beansprucht, so würde die junge Reihe bei der Prüfung durch das Ersparnisverfahren bereits in einem viel weiteren Stadium des Vergessens sein als bei der Prüfung nach der Treffermethode. Wie weit aber vielleicht die mit dem Trefferverfahren verbundene Auffrischung den Einfluſs des Vergessens kompensieren würde, können wir nicht beurteilen.

Aus diesem Grunde ist es unmöglich, die Zahl der Resultate in der angedeuteten Weise zu vermehren. Sonst ist über die äuſsere Anordnung der Versuche wenig zu sagen. Die Pausen zwischen den Reihen waren im allgemeinen gleich 2 Minuten, nur nach Lesung der Reihen mit vier Wiederholungen war, wie schon erwähnt, eine Pause von einer Minute, und vor der Lesung von R_1 R_2 lieſs ich die Versuchsperson 5 Minuten ruhen. Schon in den ersten Tagen der Versuchsreihe merkte die Versuchsperson, die den Zweck der Experimente nicht kannte, die groſse Verschiedenheit des Verhaltens der alten und jungen Reihen gegenüber den beiden Methoden und gab ihre diesbezügliche Beobachtung zu Protokoll. Seitdem hatte dieselbe natürlich eine Ahnung von dem Ziele der Versuche, doch zeigt dieser Umstand gerade, wie groſs die Differenzen waren.

Von den alten und von den jungen Reihen wurden im ganzen je 20 nach dem Ersparnisverfahren und ebenso 20 andere nach dem Trefferverfahren geprüft. Die Resultate sind in

[1] Siehe hierzu S. 35 ff.

folgender Tabelle enthalten, in welcher T. die durchschnittlich auf eine Reihe entfallende Zahl von Treffern und W. die für das Erlernen einer Reihe durchschnittlich nötige Wiederholungszahl bedeutet (m. Z. bedeutet wie früher die durchschnittliche Reproduktionszeit für die Treffer).

Alte Reihen			Junge Reihen		
T.	m. Z.	W.	T.	m. Z.	W.
0.9	4503	5.85	2.7	1725	9.6

Die Resultate sind eine vollständige Bestätigung unseres obigen Satzes über die Bedeutung des Alters einer Assoziation. Die Zahlen für die Treffer[1] beweisen, dafs die mittlere Assoziationsstärke der jungen Reihen zur Zeit der Prüfung eine viel gröfsere war als die der alten. Trotzdem wurden durch dieselbe Gesetzmäfsigkeit, die früher den Vorteil der *V*-Reihen verursacht hatte, die alten Reihen nach viel geringerer Wiederholungszahl gelernt als die neuen. Der Umstand, dafs jene Gesetzmäfsigkeit hier noch deutlicher zu Tage tritt als in den Versuchen mit den *V*- und *C*-Reihen, erklärt sich in erster Linie wohl daraus, dafs bei der letzten Anordnung der Einflufs des Vergessens nicht wie früher als ein Faktor in Betracht kommt, der dem Hervortreten jener Gestzmäfsigkeit entgegenwirkt, wie überhaupt unsere letzte Versuchsreihe den hier untersuchten Einflufs am reinsten zur Darstellung bringt.

Die Bedeutung dieser Versuche liegt also:

1. in der Verifizierung unserer obigen Hypothese;

2. in der Darstellung der unseren Resultaten zu Grunde liegenden Gesetzmäfsigkeit in einer von den früheren durchaus verschiedenen und von Nebeneinflüssen freieren Form;

3. darin, dafs wir hier zwei voneinander durchaus verschiedene Bethätigungsweisen des Gedächtnisses kennen gelernt haben. Man kann, wie wir gesehen haben, von einem bestimmten Stoffe relativ sehr viel noch wissen, aber trotzdem

[1] Auf dasselbe weisen auch die Werte von m. Z. hin, doch ist bei denselben natürlich auch der früher erwähnte Einflufs des Alters auf die Reproduktionszeit im Spiele.

noch ziemlich viel Wiederholungen brauchen, bis man denselben wieder vollständig eingeprägt hat. Andererseits giebt es Fälle, in welchen wir von irgend einer Sache nur noch sehr wenig wissen, dessen ungeachtet aber eine bedeutend kürzere Zeit zur Wiedererlernung nötig haben als im ersten Falle.

Zur weiteren Bestätigung der obigen Resultate habe ich noch eine Versuchsreihe durchgeführt, welche, abgesehen von einigen äufserlichen Änderungen der Versuchsanordnung, der Versuchreihe VII hinsichtlich des Schemas vollständig gleich war

Versuchsreihe VIII.

Die Experimente wurden mit Herrn cand. math. Auhenn als Versuchsperson am 22. April 1896 begonnen und am 16. Mai geschlossen. Die Versuchsreihe umfafste 20 Versuchstage. An jedem Tage wurden die Versuche circa um 5¹/₄ Uhr abends begonnen und beanspruchten gewöhnlich 50 Minuten. Was die äufsere Anordnung betrifft, so war dieselbe, wie schon bemerkt, wenig verschieden von der in Versuchsreihe VII angewandten. Nur die Differenz der Wiederholungszahlen der alten und jungen Reihen machte ich hier bedeutend kleiner. Ich liefs die alten Reihen nur 20 mal, und zwar auf einmal, und die jungen Reihen 6 mal lesen. Ferner war die Pause nach Beendigung der Lesung einer jungen Reihe hier gleich 30 Sekunden. Die Zahl der Resultate ist dieselbe wie in Versuchsreihe VII.

Alte Reihen		Junge Reihen	
T.[1]	W.	T.	W.
0.2	13.6	2.1	17.85

Diese Zahlen sind wieder eine vollständige Bestätigung der Resultate aus Versuchsreihe VII. Trotzdem die Differenz der Wiederholungszahlen fast auf die Hälfte reduziert worden war und die alten Reihen infolge dieses Umstandes und wegen des schlechten Gedächtnisses der Versuchsperson in der Regel nach 20 Lesungen noch nicht erlernt waren, so sehen wir doch

[1] Von den alten Reihen erhielt ich überhaupt nur 4 Treffer, weshalb auch die Zahlen für m. Z. hier als überflüssig weggelassen sind.

unsere Gesetzmäſsigkeit in derselben Stärke wie in Versuchsreihe VII wiederkehren.

Ich habe hier nun noch einen im wesentlichen wohl nur formellen Einwand zu berücksichtigen, der gegen unsere Resultate erhoben werden kann. Man könnte meinen, die alten Reihen unterschieden sich von den jungen zur Zeit der Prüfung auch durch die Art der Verteilung der Aufmerksamkeit. Durch 30 Wiederholungen, wie z. B. in Versuchsreihe VII, wird je eine Reihe über die zur Erlernung nötige Stärke hinaus wiederholt. Infolge dessen ist es wahrscheinlich, daſs die Assoziationen der Reihe allmählich in ihrer Stärke einander näher kommen, daſs also die Differenzen zwischen den einzelnen Assoziationsstärken kleiner werden. Man kann nun annehmen, daſs auch am nächsten Tage die Assoziationen der 30 mal gelesenen alten Reihen noch immer gleichmäſsiger sind als die der jungen.

Dieser Faktor könnte nun aber ebenfalls im Sinne unser obigen Differenzen wirken, da das Trefferverfahren innerhalb gewisser Grenzen den Reihen mit ungleichmäſsigeren Assoziationsstärken, das Ersparnisverfahren dagegen den Reihen mit gleichmäſsigeren Assoziationsstärken günstiger ist. Bedenkt man freilich, daſs andererseits auch der Abfall der Assoziationen der alten Reihen in den 24 Stunden wahrscheinlich nicht ganz gleichmäſsig vor sich ging, so wird man kaum geneigt sein. unsere groſsen Differenzen nur als eine Folge dieses Einflusses anzusehen. Trotzdem versuchte ich zuerst, auch diese Fehlerquelle vollständig zu eliminieren. Da dieselbe nämlich auf dem groſsen Unterschied der Wiederholungszahlen für die alten und für die jungen Reihen beruht, so ersetzte ich die groſse Wiederholungszahl der alten Reihen durch die Verteilung einer geringen Anzahl von Wiederholungen auf mehrere Tage. Es wurden zwei Versuchsreihen mit den Herren Dr. Pilzecker und cand. phys. Berkenbusch angestellt. Die Anordnung in den beiden Versuchsreihen war folgende. Die alten[1] Reihen wurden in der Weise mit Verteilung der Wiederholungszahlen gelesen, daſs in der Versuchsreihe mit P. jede alte Reihe an drei Tagen je einmal, in der Versuchsreihe mit B. an den ersten beiden Tagen je zweimal und am dritten Tage einmal gelesen wurde. Die letzte Lesung fand an demselben Tage statt, an welchem die jungen Reihen gelesen und alle Reihen geprüft wurden. Die Wiederholungszahl für die jungen Reihen war bei P. gleich 4, bei B. gleich 5. Ich brach jedoch nach einiger Zeit diese beiden Versuchsreihen wieder ab, da sie nur sehr variable und in jeder Hinsicht unsichere Resultate lieferten. Der Grund hiervon mag zum Teil wohl darin liegen, daſs die letzte Lesung der alten Reihen vor der Lesung der jungen Reihen keinen Altersvorzug mehr hatte und infolge dessen die früher beobachteten Differenzen zwischen den Resultaten der Ersparnis- und Treffermethode nicht in genügendem Maſse hervortreten konnten. Trotzdem scheint mir aber unsere frühere Deutung dieser Differenzen noch immer durchaus haltbar zu sein, insbesondere im Hinblick auf die Resultate von Ver-

[1] Siehe Anmerkung auf S. 30.

suchsreihe VIII. Dort war ja gerade die Differenz der Wiederholungszahlen für alte und junge Reihen eine bedeutend kleinere als in Versuchsreihe VII, dessenungeachtet traten aber die bezüglichen Resultate in beiden Versuchsreihen in gleicher Stärke auf.

§ 8.

Da nach dem Vorhergegangenen die Richtigkeit des S. 28 aufgestellten Satzes über die Bedeutung des Alters der Assoziationen sichergestellt zu sein scheint, so ist es natürlich interessant, nachzusehen, ob nicht auch andere Erscheinungen auf diesem Gebiete als Funktionen des Alters einer Vorstellungsreihe aufzufassen sind. In der That giebt es einige Experimente von Ebbinghaus,[1] aus deren Ergebnissen man einen zweiten Satz über den Einfluſs des Alters der Assoziationen ableiten kann. Ebbinghaus lieſs an einem Tage eine Anzahl von Reihen bis zur Erlernung wiederholen und an den nächsten fünf Tagen immer wieder erlernen, um die successive Arbeitsersparnis zu berechnen. Seine Resultate für zwölfsilbige Reihen sind folgende:

I. Tag	II. Tag	III. Tag	IV. Tag	V. Tag	VI. Tag
16.5	11.0	7.5	5.0	3.0	2.5

Die Zahlen stellen uns die für die Erlernung durchschnittlich nötigen Wiederholungszahlen an jedem der sechs Tage dar. Machen wir nun die gewiſs zulässige Voraussetzung, daſs eine solche Reihe an den verschiedenen Tagen, an welchen sie immer wieder gelernt worden war, nach der letzten zur Erlernung nötigen Wiederholung immer die gleiche mittlere Assoziationsstärke hatte, so erhebt sich die Frage, warum die Arbeitsersparnisse vom zweiten bis sechsten Tage immer mehr zunehmen. Man könnte nun zunächst meinen, diese Resultate von Ebbinghaus einfach darauf zurückführen zu können, daſs im Sinne des von uns aufgestellten Satzes ein und dieselbe Anzahl von Wiederholungen eine umso gröſsere Verstärkung einer gegebenen Reihe von Assoziationen bewirke, je älter diese Assoziationen bereits seien. Die mittlere Assoziationsstärke der obigen Reihen ist ja am Ende jedes Tages die gleiche, ihr Alter aber und

[1] Siehe Ebbinghaus S. 110 ff.

nach unserem Satze der damit zusammenhängende Wert jeder neuen Wiederholung wächst von Tag zu Tag. Auf diese Weise könnte man die von Ebbinghaus beobachtete Erscheinung auf eine uns bereits bekannte Gesetzmäfsigkeit zurückführen. Trotzdem scheint mir dies nicht genügend zu sein, die vorliegenden Thatsachen vollständig zu erklären. Lassen wir nämlich eine Reihe so lange immer wieder erlernen, bis, was wir schliefslich wohl immer erreichen können,[1] 24 Stunden nach der letzten Lesung gar keine neue Wiederholung mehr nötig ist, um die Reihe auswendig herzusagen, so versagt unsere eben gegebene Erklärung.

Man könnte gegen die Widerlegung dieser Erklärung noch einen Einwand erheben. Wenn nämlich eine Reihe gelernt wird, so werden die Assoziationen im allgemeinen ein wenig fester werden, als zum Hersagen unbedingt erforderlich ist. Man könnte nun sagen, dafs bei Versuchen der hier in Rede stehenden Art dieser Überschufs an den letzten Lesungen wegen des hohen Wertes der neuen Wiederholungen für die Reihe so bedeutend sei, dafs dieselbe aus diesem Grunde am nächsten Tage noch frei hergesagt werden kann. Doch ist nach allem, was wir bisher von dem erwähnten Alterseinflufs wissen, derselbe doch nicht so grofs, als dafs etwa 0.9 Wiederholungen (denn dieser Überschufs mufs ja im allgemeinen kleiner sein als eine ganze Wiederholung) den Einflufs des Vergessens von 24 Stunden vollständig kompensieren könnten.

Nachdem wir die obige Deutung der Ebbinghausschen Experimente abgelehnt haben, scheint mir der Grund der erwähnten Resultate in einem anderen Einflufs des Alters zu liegen, der seinen Ausdruck in folgendem Satze findet:

II. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab.

Dieser Satz könnte auch einer direkten experimentellen Prüfung unterzogen werden, und zwar in folgender Weise.

Es werden zwei Reihen je *m* mal gelesen und die eine wird etwa nach 1 Stunde, die andere nach 25 Stunden mit dem Trefferverfahren geprüft. Dann werden zwei andere Reihen je *n* mal gelesen und die eine nach etwa 10 Minuten, die andere nach 24 Stunden + 10 Minuten geprüft. Durch geeignete Wahl der Zahlen *m* und *n* liefse es sich nun jedenfalls erreichen, dafs die *n* mal gelesene und nach 10 Minuten geprüfte Reihe

---

[1] Dieser Versuch ist auch von Ebbinghaus mit sinnvollem Material durchgeführt worden.

eine etwas, aber nicht sehr viel höhere Zahl von Treffern aufwiese als die *m* mal gelesene und nach 24 Stunden + 10 Minuten geprüfte Reihe. Zeigt es sich dann, dafs umgekehrt die nach 25 Stunden geprüfte *m* mal gelesene Reihe mehr Treffer hätte, als die nach 24 Stunden + 10 Minuten geprüfte *n* mal gelesene, so wäre damit unser zweiter Satz über den Einflufs des Alters der Assoziationen bewiesen. Die Prüfung müfste durchaus nach dem Trefferverfahren erfolgen, da bei Anwendung des Ersparnisverfahrens beide Alterseinflüsse eine Rolle spielen würden.

In der eben angedeuteten Versuchsanordnung käme der oben aufgestellte Satz in der einfachsten Form zur Geltung. Komplizierter ist die Sache, wenn (was auch bei den Ebbinghausschen Experimenten, von welchen wir ausgegangen sind, der Fall ist) bei einer Reihe nicht alle auf sie verwandten Wiederholungen auf einen Zeitpunkt fallen, sondern etwa auf verschiedene Tage verteilt sind. Wird etwa eine Reihe an drei Tagen je *p* mal wiederholt und fallen die letzten *p* Wiederholungen zeitlich nahezu zusammen mit *q* Wiederholungen einer ganz neuen Reihe, so kann man die Frage erheben, ob auch jetzt noch bei gleicher mittlerer Assoziationsstärke der beiden Reihen die Assoziationen der älteren Reihe langsamer abfallen werden als die der jüngeren. (Thatsächlich ist ein ähnlicher Fall bei den Ebbinghausschen Experimenten verwirklicht, denn dort ist die Reihe, obwohl sie jeden Tag älter wird, doch auch jeden Tag durch die gleiche Zeit von ihrer jüngsten Lesung getrennt.) Die direkte experimentelle Prüfung, ob unser zweiter Satz auch in diesem Falle gilt, wäre ebenfalls leicht zu bewerkstelligen. Wir nehmen eine Reihe mit je *p* Wiederholungen an drei Tagen und prüfen dieselbe etwa zwei Minuten nach der letzten Lesung. Ferner wird eine Reihe mit unmittelbar aufeinanderfolgenden Wiederholungen ebenfalls nach zwei Minuten geprüft. Die Wiederholungszahlen sind so zu wählen, dafs die Reihe mit *q* Wiederholungen eine etwas, aber nicht viel höhere Trefferzahl ergiebt als die erstgenannte Reihe. Dann werden zwei andere Reihen, die in ganz gleicher Weise gelesen worden sind wie die beiden ersten, 24 Stunden nach der letzten Lesung geprüft. Ergiebt nun in diesem Falle umgekehrt die Reihe mit je *p* Wiederholungen an drei Tagen eine höhere Trefferzahl als die Reihe mit *q* Wiederholungen, so ist unser zweiter

Satz über den Einfluſs des Alters der Assoziationen auch für den komplizierten Fall bewiesen.

§ 9.
Versuchsreihe IX.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, die Gesetzmäſsigkeit, welche in Satz I ihren Ausdruck findet, noch in einer dritten Form darzustellen, nämlich durch direktes Lernen nach verschiedenen Verteilungsformen. Die Fragestellung war also nicht die, welche Form nach einem gewissen, seit der letzten Lesung verflossenen Zeitintervall sich als die günstigste bei der Prüfung herausstelle, sondern die, nach welcher Art zu lernen, man mit dem geringsten Aufwand an Wiederholungen ans Ziel komme. Prinzipiell unterscheidet sich die jetzige Anordnung z. B. von der in den Versuchsreihen IV, V und VI angewandten dadurch, daſs in der letzten nicht nur der erste Alterseinfluſs zur Geltung kommt, sondern auch der zweite in erheblichem Maſse an dem Resultate mitwirkt, während die Bedeutung des zweiten Einflusses nicht in demselben Maſse zur Geltung kommt. In dieser Versuchsreihe war ich selbst Versuchsperson. Meine Kollegin Fräulein L. Martin hatte die Freundlichkeit, die Versuche zu leiten. Dieselben erstreckten sich auf 31 Versuchstage und dauerten vom 16. April bis 17. Mai 1896. Die Versuche wurden gewöhnlich um 3¹/₄ Uhr nachmittags begonnen und beanspruchten etwa 20 Minuten. Die Anordnung der Reihen war folgende:

I. Tag:

R_1 (4) R_1' (2) R_2 (4) R_2' (2) R_3 (4) R_3' (2) R_4 (4) R_4' (2) R_5 (4) R_5' (2) R_6 (4) R_6' (2).

II. Tag:

R_6' (2) R_6 (4) . . . . R_1' (2) R_1 (4).

⋮

Es wurden also einfach Reihen mit je vier Wiederholungen an einem Tage hinsichtlich der Schnelligkeit des Lernens mit solchen verglichen, die nur je zwei Wiederholungen an einem Tage hatten. Die Pause zwischen den einzelnen Reihen betrug eine Minute. Als ich später bemerkte, daſs die Reihen mit vier Wiederholungen in weniger Tagen erlernt wurden als die

mit zwei Wiederholungen, ersetzte ich später einzelne Reihen der ersten Art, nachdem sie gelernt worden waren, durch Reihen zweiter Art. Dadurch kam allerdings eine kleine Irregularität in den Zeitlagenwechsel, doch glaubte ich diese Fehler im Hinblick auf die geringe Gesamtzahl der Wiederholungen eines Tages vernachlässigen zu dürfen. Während dieser 31 Tage lernte ich nun 24 Reihen jeder Art.[1] Es folgen nun die für die Erlernung durchschnittlich nötigen Wiederholungszahlen.

R	*R'*
w.	*w*.
18.5	17.9.

Wir sehen ein geringes Übergewicht für die Reihen mit zwei Wiederholungen. Dies genügt zwar für den Nachweis, daſs auch bei diesen geringen Wiederholungszahlen der Verteilungseinfluſs wirksam ist, es genügt aber nicht, um mit Sicherheit sagen zu können, daſs auch hier die ausgiebigste Verteilung ein Arbeitsminimum ergiebt. Der Grund, warum die Differenz hier eine verhältnismäſsig geringe ist, dürfte in zwei Umständen zu suchen sein. Erstens mag hier überhaupt die Gesamtzahl der Wiederholungen eine zu kleine gewesen sein, um bei direktem Lernen den Einfluſs der gröſsten Verteilung so recht zur Geltung zu bringen. Zweitens aber habe ich als Versuchsperson selbst beobachtet, daſs es bei noch so guter Vorbereitung durch frühere Wiederholungen auſserordentlich schwierig ist, die Reihe nach der ersten Wiederholung in dem vorgeschriebenen raschen Tempo frei herzusagen. Man muſs sich beim Lernen doch erst durch zwei bis drei Wiederholungen in die betreffende Silbenfolge mit der Aufmerksamkeit sozusagen wieder hineinfinden. Ich denke mir deshalb die Anordnung künftiger Versuche dieser Art so, daſs zwar in den vorbereitenden Tagen die Zahl der Wiederholungen für die verschiedenen Verteilungsformen verschieden ist, daſs aber an den letzten Tagen die Zahl der Wiederholungen für alle Formen die gleiche ist und jedenfalls gröſser als zwei.

Als bemerkenswert hebe ich noch folgendes hervor.

Ich lerne, wie ich aus anderen Versuchsreihen weiſs, eine

[1] Ein Resultat der *R'*-Reihen muſste gestrichen werden, so daſs das angegebene Resultat der Mittelwert aus 23 Reihen ist.

zwölfsilbige Reihe nach etwa sieben bis neun unmittelbar aufeinanderfolgenden Wiederholungen. Das eigentliche Arbeitsminimum läge also in diesem Falle wohl bei der absoluten Kumulierung der Reihe. Andererseits sehen wir aber auch bei der Verteilungsform von zwei Wiederholungen auf einen Tag ein relatives Minimum gegenüber den mittleren Arten der Verteilung. Ich vermute deshalb, daſs bei geringer Gesamtzahl der (unmittelbar aufeinanderfolgenden) Wiederholungen, die für das Erlernen nötig sind, die Kumulierung für direktes Erlernen das Arbeitsminimum ergiebt, während bei mittlerer Gesamtzahl der Wiederholungen zwei Minima, eines bei der Kumulierung und eines bei der ausgedehntesten Verteilung zu finden sein werden, und daſs endlich bei noch gröſserer Wiederholungszahl die ausgedehnteste Verteilung das Minimum darstellt. Die experimentelle Prüfung dieser Vermutung wäre durch Anwendung von Reihen verschiedener Länge leicht herbeizuführen.

An Selbstbeobachtungen während dieser Versuchsreihe habe ich nur anzuführen, daſs ich die durch die Wiederholungen der vorhergehenden Tage bewirkte Steigerung des Wertes der neuen Wiederholungen sozusagen plötzlich, z. B. etwa am neunten Tage, spürte, nicht aber kontinuierlich wachsend von Anfang an.

Zum Schlusse bemerke ich noch, daſs diese Versuchsreihe und Versuchsreihe III die einzigen waren, bei welchen mit wissentlichem Verfahren gearbeitet wurde.

Schluſs.

Fassen wir nun kurz unsere Resultate zusammen, so haben wir

1. in methodologischer Hinsicht folgende Ergebnisse zu verzeichnen: Nur das Trefferverfahren liefert eine direkte Bestimmung der Reproduktionstendenzen einer Reihe, während beim Ersparnisverfahren zwei Faktoren eine Rolle spielen, erstens die mittlere Assoziationsstärke, zweitens aber auch der jeweilige Neuwert der Wiederholungen. Daraus folgt zunächst, daſs bei der Untersuchung von Reihen verschiedenen Alters Ersparnisverfahren und Trefferverfahren nie permiscue angewandt werden dürfen, und vor allem, daſs der Einfluſs der Zeit auf das Abklingen der Reproduktionstendenzen eine eindeutige Untersuchung nur durch das Trefferverfahren zuläſst;

2. in sachlicher Hinsicht sind wir zur Aufstellung folgender beiden Sätze gelangt:

I. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung gröſseren Wert.

II. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab.

Die Wirkung des ersten Gesetzes konnten wir nachweisen: 1. in der günstigen Wirkung der ausgedehnten Verteilung gegenüber der Kumulierung; 2. in den verschiedenartigen Resultaten des Treffer- und Ersparnisverfahrens in den Versuchsreihen VI und VII.

Die Wirkung des zweiten Gesetzes konnten wir in den Versuchen von Ebbinghaus über wiederholtes Erlernen nachweisen, und auſserdem fanden wir noch eine andere Möglichkeit, dieses zweite Gesetz sozusagen direkt zur Darstellung zu bringen.

3. In Hinsicht auf die Praxis erkannten wir vor allem die groſse, biologisch durchaus begründete Bedeutung der ausgedehnten Verteilung von Wiederholungen. Haben wir z. B. einen gedachten Stoff uns auf längere Zeit fest einzuprägen, so ist es, falls sich unsere Resultate auch bei weiterer Modifikation des Verfahrens und Materials bestätigen, unökonomisch, die Sache Stück für Stück zu lernen, sondern es ist zweckmäſsig, den ganzen Stoff möglichst gleichmäſsig im Gedächtnis fest werden zu lassen, also die Wiederholungen eines einzelnen Teiles ausgiebig zu verteilen. Es liegt nahe, daran zu denken, daſs durch eingehende derartige Untersuchungen ein fester Boden für eine wissenschaftlich besser begründete Mnemotechnik geschaffen werden kann, als es die heutige ist. Jedenfalls liegt hier ein reiches Feld für praktische Anwendungen der experimentellen Psychologie vor uns.

Ich ergreife am Schlusse dieser Arbeit noch die Gelegenheit, Herrn Professor G. E. Müller, der mir das Thema meiner Arbeit vorgeschlagen hat, für die vielfache Anregung und Förderung, die er derselben hat angedeihen lassen, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ferner danke ich an dieser Stelle Fräulein L. Martin für die gütige Leitung von Versuchsreihe VIII, sowie allen Herren, welche so freundlich waren, als Versuchspersonen mitzuwirken, auf das herzlichste.

Vita.

Ich, Adolf Jost bin geboren am 22. August 1874 zu Graz. In meiner Vaterstadt besuchte ich das Gymnasium und absolvierte dasselbe im Juli 1892. Dann studierte ich durch vier Semester an der Universität Graz Philosophie, Mathematik und Physik und setzte dann meine Studien in Göttingen fort. Allen meinen akademischen Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank aus, insbesondere den Herren Prof. Müller in Göttingen und Prof. v. Meinong in Graz.

Sonder-Abdruck

aus:

Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.